

CIRCULAR TÉCNICA

166

Londrina, PR
Novembro, 2020

Coinoculação da soja com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* na safra 2019/2020 no Paraná

André Mateus Prando, Arnold Barbosa de Oliveira,
Divania de Lima, Edivan José Possamai,
Eliana Aparecida Reis, Marco Antonio Nogueira,
Mariangela Hungria, Osmar Conte



Coinoculação da soja com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* na safra 2019/2020 no Paraná¹

A fixação biológica do nitrogênio (FBN) é um dos pilares de sustentabilidade do sistema de produção de soja no Brasil e resulta em grandes benefícios para o produtor e para o meio ambiente, por dispensar o uso de fertilizantes nitrogenados na cultura, aumentando a competitividade do produto no mercado externo com menor impacto ambiental. Esse processo se dá pela simbiose entre bactérias do gênero *Bradyrhizobium* e as plantas de soja, formando os nódulos radiculares, nos quais as bactérias se abrigam e recebem proteção, nutrientes e fontes de energia da planta hospedeira. Em troca, capturam o nitrogênio atmosférico (N_2) e, pela ação da enzima nitrogenase sintetizada pela bactéria, o reduzem a amônia que, na sequência, é transformada em compostos nitrogenados exportados para a planta. O emprego de estirpes elite de *Bradyrhizobium* nos inoculantes, que foram selecionadas pela pesquisa ao longo de décadas, assegura o suprimento do N necessário para a cultura, mesmo em altos níveis de produtividade (Hungria et al., 2007; Hungria; Nogueira, 2019). Cabe salientar a grande exigência da soja por N, mais de 80 kg do nutriente para cada tonelada de grãos produzidos (Seixas et al., 2020).

A inoculação é essencial em áreas de primeiro ano de cultivo de soja, ou onde a leguminosa não é cultivada há muito tempo, pois as bactérias fixadoras de N_2 estão ausentes ou em baixa população no solo. Entretanto, mesmo em áreas frequentemente cultivadas com soja, é vantajoso realizar a inoculação a cada safra, durante a instalação da cultura, seja via sementes ou aplicado no sulco de semeadura. Pesquisas mostram que o ganho médio da inoculação anual da soja com *Bradyrhizobium* em áreas tradicionais de cultivo é

¹ **André Mateus Prando**, engenheiro-agrônomo, doutor, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR; **Arnold Barbosa de Oliveira**, engenheiro-agrônomo, mestre, analista da Embrapa Soja, Londrina, PR; **Divania de Lima**, engenheira-agrônoma, doutora, pesquisadora da Embrapa Soja, Londrina, PR; **Edivan José Possamai**, engenheiro-agrônomo, mestre, extensionista do IDR-Paraná, Pato Branco, PR; **Eliana Aparecida Reis**, engenheira-agrônoma, mestre, extensionista do IDR-Paraná, Toledo, PR; **Marco Antonio Nogueira**, engenheiro-agrônomo, doutor, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR; **Mariangela Hungria**, engenheira-agrônoma, doutora, pesquisadora da Embrapa Soja, Londrina, PR; **Osmar Conte**, engenheiro-agrônomo, doutor, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR.

de 8% (Hungria et al., 2007; Hungria; Nogueira, 2019), o que representa um grande retorno, frente ao baixo custo do inoculante.

Além da inoculação anual com *Bradyrhizobium*, a Embrapa passou a indicar, a partir de 2013, o uso conjunto de uma segunda bactéria para a inoculação da soja, em um processo denominado de coinoculação (Hungria et al., 2013). Essa bactéria, *Azospirillum brasilense*, já havia sido recomendada pela Embrapa para as culturas de milho, trigo e arroz desde 2009 (Hungria, 2011; Hungria; Nogueira, 2019). A capacidade de FBN pelo *A. brasilense* é muito modesta, quando comparada à do *Bradyrhizobium*; contudo, o principal processo microbiano do *Azospirillum* consiste na síntese de fitormônios que promovem o crescimento vegetal, principalmente do sistema radicular, o que favorece a nodulação e a FBN realizada pelo *Bradyrhizobium*, além de trazer outros benefícios, como ampliação do sistema de raízes, o que aumenta o volume de solo explorado. As plantas de soja coinoculadas com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* apresentam uma nodulação mais abundante e precoce (Chibeba et al., 2015; Hungria et al., 2015), com ganho médio de produtividade de 16% (Hungria et al., 2013), que é o dobro do proporcionado pela inoculação anual apenas com *Bradyrhizobium*. Além disso, a coinoculação resulta em incremento impactante em vários parâmetros das raízes de soja, como número de ramificações, comprimento e densidade, incidência e comprimento dos pelos, o que implica em maior absorção de água e nutrientes, além de maior superfície para nodulação e FBN (Rondina et al., 2020).

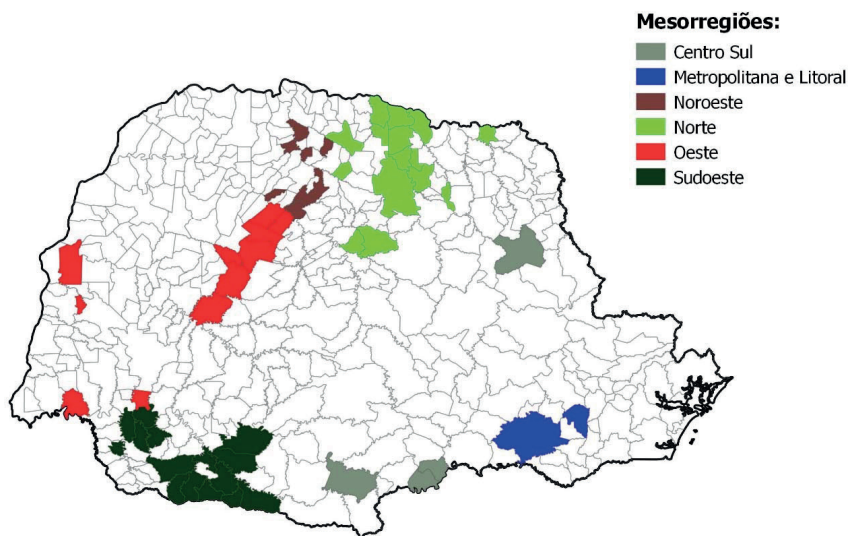
Embora os benefícios da inoculação anual sejam comprovados, muitos agricultores ainda não utilizam tal prática, por observarem que em áreas cultivadas por várias safras consecutivas, mesmo sem inocular, ocorre a formação de nódulos nas raízes da soja pela população estabelecida de *Bradyrhizobium* no solo. Entretanto, o não uso de inoculante nessas áreas faz com que o produtor deixe de ganhar, em média, 8% de produtividade, conforme já mencionado (Hungria et al., 2007; Hungria; Nogueira, 2019). Já a coinoculação, embora seja uma tecnologia mais recente, encontra-se em franca expansão e já atinge cerca de 25% das áreas cultivadas com soja no Brasil, segundo informações da Associação Nacional dos Produtores e Importadores de Inoculantes - ANPII. Outra preocupação é de que nem todos os produtores que adotam a inoculação ou a coinoculação as executam por meio de boas práticas recomendadas pela pesquisa. Nesse sentido, a Embrapa Soja, em

parceria com o IDR-Paraná, vem realizando, desde a safra 2015/2016, ações de transferência de tecnologia com o objetivo de demonstrar e difundir os benefícios da FBN e, assim, intensificar a adoção e o uso adequado dessa tecnologia na cultura da soja no estado do Paraná. Esse trabalho continuado consiste em quatro etapas: (i) treinamento de técnicos extensionistas; (ii) instalação e acompanhamento de unidades de referência técnica (URs); (iii) encontros técnicos para a divulgação da tecnologia; (iv) coleta, tabulação, análise e compartilhamento dos resultados obtidos (Prando et al., 2016).

Antes do início da safra 2019/2020 foi realizado, na Embrapa Soja, treinamento para os extensionistas do Programa Grãos do IDR-Paraná sobre boas práticas de inoculação e coinoculação da soja. Ao final do treinamento, atualizou-se o protocolo das URs contendo instruções sobre a instalação, boas práticas de inoculação e coinoculação, avaliações da nodulação e da produtividade da soja. Durante a safra, o IDR-Paraná e a Embrapa Soja organizaram encontros de produtores nas áreas onde as URs foram instaladas para a divulgação de práticas agrícolas sustentáveis. No início da fase reprodutiva e ao final do ciclo da cultura, os técnicos junto aos respectivos produtores de referência avaliaram a nodulação e a produtividade nas URs. Essa publicação apresenta os resultados obtidos em áreas de produtores de soja assistidos pelo IDR-Paraná, na safra 2019/2020, no estado do Paraná.

Instalação das URs e Giro Técnico

As URs foram implantadas, conduzidas e amostradas conforme o protocolo, em lavouras comerciais distribuídas nas seguintes Regionais do IDR-Paraná: Apucarana, Campo Mourão, Cascavel, Cornélio Procopio, Curitiba, Dois Vizinhos, Francisco Beltrão, Ivaiporã, Londrina, Maringá, Pato Branco, Ponta Grossa, Toledo e União da Vitória. Ao todo foram instaladas 71 URs em 61 municípios, sendo que ao final da safra foram aproveitados dados de 63 URs de 54 municípios (Figura 1). Esses locais são representativos de diferentes tipos de solo, clima, condições de manejo de solo, em sistemas de cultivo em sucessão a diferentes culturas (milho segunda safra, trigo, aveia, azevém, etc.), épocas de semeadura (antecipada, normal ou tardia) e níveis de tecnologia empregada pelo produtor.



Elaboração: Rubson Natal Ribeiro Sibaldeili.

Figura 1. Localização dos municípios de instalação das URs sobre coinoculação da soja nas Mesorregiões do Paraná safra 2019/2020.

Entre os meses de novembro e dezembro de 2019 e em fevereiro de 2020 foram realizados eventos denominados de “Giro técnico: Parceria IDR-Paraná/Embrapa” em pelo menos uma UR de cada regional assistida pelo IDR-Paraná. Nesses eventos participaram agrônomos, técnicos agrícolas e agricultores, e foram abordados temas relativos às boas práticas agrícolas no sistema de produção de grãos (Figura 2). Nas URs foi possível observar o aspecto da lavoura e, sobretudo, comparar o padrão de raízes e nodulação das plantas coinoculadas em relação às não inoculadas (Figura 3A), assim como a coloração interna e a distribuição dos nódulos ativos na região da coroa das raízes. Com o passar das safras em que esse trabalho vem sendo realizado, um maior número de URs passou a avaliar e registrar a nodulação, conforme mostrado na Figura 3B. Esta prática possibilita visualizar e acompanhar a efetividade da coinoculação e comparar com as plantas testemunha não inoculadas. As fotos registradas *in loco* pelos técnicos servem de suporte para demonstrar aos produtores a vantagem da nodulação precoce e intensa na fase inicial de desenvolvimento da cultura da soja.

Foto: Claudine Dinali Santos Seixas.



Figura 2. Giro técnico com a integração de produtores e técnicos na UR de Paula Freitas, PR, na safra 2019/2020.

Foto A: Karina Aline Alves.

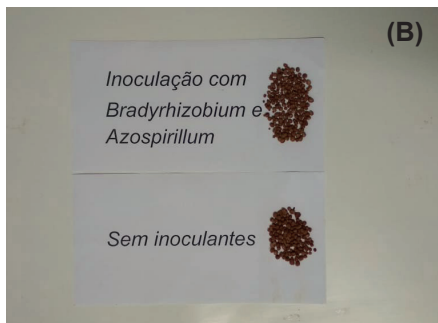


Foto B: Bernardo Faccin.

Figura 3. Comparação do padrão de raízes e nodulação das plantas coinoculadas em relação às não inoculadas: Aspecto das raízes de soja não inoculadas (esquerda) e coinoculadas com *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* (direita) na UR de Andirá, em área que já havia recebido inoculantes em safras anteriores (A); Avaliação do número de nódulos na raiz principal de 10 plantas de soja sem inoculação (abaixo) e coinoculada com *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* (acima) na UR de Terra Roxa (B).

Durante os giros técnicos foi realizado um levantamento junto a 636 produtores, a fim de avaliar o nível de adoção e formas de uso de inoculantes na cultura da soja (Tabela 1). Houve ampla variação na taxa de adoção da tecnologia nos municípios trabalhados. A maior taxa de adoção foi registrada no município de Lapa, onde 100% dos produtores consultados afirmaram ter utilizado inoculante na soja. Por outro lado, Rio Azul foi o município com menor taxa de adoção (30%). Na média, 68% dos produtores presentes nos eventos utilizaram inoculante na cultura da soja na safra 2019/2020, porcentagem idêntica à levantada pela ANPIL para essa mesma safra no Paraná. Em levantamentos similares, realizados nas safras anteriores, a média de utilização foi de 60% em 2018/2019 (Prando et al. 2019), 58,8% em 2017/2018 (Nogueira et al., 2018), e 44,4% em 2016/2017 (Prando et al., 2018), o que demonstra que a taxa de utilização é crescente. Parte desse esforço pode ser creditado ao trabalho dos extensionistas, assistência técnica e produtores de referência que têm se dedicado a divulgar esta tecnologia via ações de transferência de tecnologia. Por outro lado, entre os motivos alegados pelos produtores que não fizeram uso da tecnologia, destacam-se:

- (i) falta de praticidade.
- (ii) temor em perder a garantia do tratamento industrial de sementes.
- (iii) pouco tempo para fazer inoculação de forma adequada.
- (iv) desconhecimento sobre a importância da inoculação na soja.
- (v) entendimento equivocado de que não é necessário inocular todo ano em áreas onde a soja já vem sendo cultivada por anos seguidos.
- (vi) falta de recomendação pela assistência técnica.

Tabela 1. Dados do levantamento em números absolutos e porcentagem (%) sobre uso de inoculantes realizado durante os Giros Técnicos na safra 2019/2020 no estado do Paraná.

Município	Número de Produtores¹	Usa inoculante²	Inoculante na caixa³	Inoculação no sulco⁴	Coinoculação⁵	CoMo⁶			
Alvorada do Sul	28	23	82%	1	4%	1	48%	21	75%
Campo Mourão	36	34	94%	11	32%	3	9%	13	38%
Cornélio Procopio	15	11	73%	3	27%	0	0%	7	64%
Cruzmaltina	15	11	73%	6	55%	1	9%	6	55%
Farol	21	14	67%	7	50%	5	36%	5	36%
Floresta	28	27	96%	14	52%	2	7%	5	19%
Guarapuava	8	5	63%	0	0%	1	20%	2	40%
Ivaí	8	6	75%	0	0%	0	0%	2	33%
Lapa	22	22	100%	3	14%	4	18%	14	64%
Paçandu	40	25	63%	5	20%	2	8%	5	20%
Paula Freitas	27	24	89%	2	8%	1	4%	3	13%
Quatro Pontes	62	41	66%	5	12%	3	7%	8	20%
Quedas do Iguaçu	36	22	61%	3	14%	0	0%	2	9%
Renascença	91	58	64%	14	24%	1	2%	17	29%
Rio Azul	10	3	30%	0	0%	0	0%	0	0%
Sabáudia	17	15	88%	9	60%	5	33%	6	40%
São Jorge do Oeste	34	23	68%	14	61%	0	0%	6	26%
Três Barras do PR	61	38	62%	21	55%	3	8%	12	32%
Vitorino	77	33	43%	11	33%	2	6%	10	30%
Total/Média	636	435	68%	129	30%	34	8%	134	31%
								323	51%

¹Produtores participantes do levantamento; ²Produtores que usam inoculante; ³Produtores que aplicaram inoculante turfoso diretamente na caixa da sementeira;

⁴Produtores que fizeram inoculação no sulco de sementeira; ⁵Produtores que fizeram coinoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* e ⁶Produtores que usaram Cobalto e Molibdênio (CoMo) nas sementes e/ou foliar.

Dentre os que adotaram a prática, nem todos fizeram a inoculação de forma adequada, ou utilizaram procedimentos inadequados tais como:

- (i) aplicação do inoculante na mesma operação junto com produtos químicos para o tratamento de sementes, conhecido como “sopão”.
- (ii) aplicação de inoculante turfoso diretamente na caixa de sementes e sem uso de solução adesiva, o que resulta em desuniformidade de aplicação e perda do inoculante, que não fica aderido às sementes e acumula no fundo da caixa (Figuras 4A e 4B). Isso ocorre no momento da semeadura, causando desuniformidade na aplicação.



Fotos: Arquivo Embrapa Soja.

Figura 4. Sementes de soja sem inoculação (esquerda); apenas inoculante turfoso aplicado sobre as sementes (centro); inoculante turfoso aplicado após umedecimento das sementes com solução açucarada a 10% (direita) (A); sedimentação do inoculante sem solução açucarada no fundo do frasco central (B).

A aplicação de inoculante turfoso na caixa de sementes, na safra 2019/2020, contabilizou 30% dos que usaram inoculante, contra 44% na safra 2018/2019 e 56,5% na safra 2017/2018. Esses resultados evidenciam os avanços obtidos junto aos produtores ao longo das três últimas safras, mais uma vez podendo ser, em parte, atribuído às ações de transferência aqui relatadas. Sabáudia e São Jorge do Oeste apresentaram maior taxa de uso de inoculante na caixa (acima de 60%), enquanto que em três municípios localizados na região Centro Sul do Estado não ocorreu tal prática. Considerando todos os levantamentos realizados, percebe-se que a prática inadequada de usar o inoculante turfoso diretamente na caixa da semeadora foi maior na região norte, noroeste e oeste do Estado e, neste último levantamento, também em alguns locais do sudoeste. Tal prática normalmente ocorre devido à falta de informação técnica, escassez de mão de obra e à urgência em semear a soja o mais rápido possível, com objetivo de realizar o cultivo de milho segunda safra.

A média de uso da coinoculação tem sido registrada desde a safra 2018/19, quando foi de 20% (Prando et al. 2019), chegando a 31% na safra 2019/2020, com 64% de adoção em Cornélio Procópio e Lapa (Tabela 1). Nesse caso, o levantamento realizado nesta ação de transferência difere dos dados da ANPIL, que registrou média de 11% de adoção da coinoculação no Paraná na mesma safra. De qualquer forma, há muito o que fazer, pois há municípios com pouco uso, como é o caso de Rio Azul, onde nenhum dos produtores entrevistados utilizou a tecnologia. Ressalta-se que, em Rio Azul foi o primeiro ano em que ocorreu o Giro Técnico e que o uso da inoculação com *Bradyrhizobium*, que é uma tecnologia bem conhecida no mercado, também foi baixo (30%). Esperam-se melhores resultados nesses locais nas próximas safras, pois se observa que a divulgação dos resultados obtidos nas safras anteriores tem impacto positivo na adoção da tecnologia nas safras seguintes.

A adoção da inoculação no sulco de semeadura, por meio de equipamentos acoplados às semeadoras, se manteve estável em relação à safra 2018/2019, tendo sido 7% naquela safra e 8% na atual. Entretanto, houve grande variação entre os municípios. Enquanto Farol apresentou a maior porcentagem de agricultores que fazem inoculação no sulco (36%), há muitas regiões onde ainda não se utiliza essa técnica. Dentre os principais motivos destacam-se o custo, o pouco conhecimento sobre o equipamento e a preferência por utilizar o inoculante nas sementes, mesmo sob o risco de incompatibilidade com outros produtos químicos empregados no seu tratamento. A inoculação via sulco de semeadura apresenta vantagens, como maior agilidade na semeadura e menor manuseio das sementes já tratadas industrialmente, além de evitar problemas de incompatibilidade pelo uso simultâneo de produtos químicos e inoculantes nas sementes. Por outro lado, há maior custo inicial para adaptação da semeadora e a necessidade de transportar água para aplicação. A adoção de uma ou outra modalidade de inoculação deve ser feita de acordo com a realidade do produtor, de modo a priorizar a sobrevivência das bactérias inoculadas, seja via sementes, ou via sulco de semeadura.

A utilização dos micronutrientes cobalto e molibdênio (CoMo) passou a ser monitorada neste levantamento, em que se constatou adoção média de 51%, via sementes e/ou via foliar, mas com grande variação entre os municípios. Enquanto em Cornélio Procópio 100% dos produtores entrevistados utilizaram CoMo, em São Jorge do Oeste apenas 15% utilizaram tal insumo. O uso

do CoMo é essencial para a FBN, sendo sua utilização recomendada pela Embrapa, podendo ser aplicado via sementes ou aplicação foliar entre V3-V5 (Seixas et al., 2020).

Durante as conversas com os produtores, foi enfatizada a importância das boas práticas de inoculação, ressaltando-se que os inoculantes são constituídos por organismos que precisam permanecer vivos para promover os benefícios desejados à cultura. Assim, deve-se atentar para:

(i) usar apenas inoculantes de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* registrados para a cultura da soja no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa).

(ii) utilizar o inoculante dentro do prazo de validade, estabelecido na embalagem.

(iii) assegurar-se de que o produto tenha sido transportado e armazenado em local protegido do sol e com temperaturas inferiores a 30 °C.

(iv) aplicar em dose adequada conforme a condição e a modalidade de uso. A saber, em áreas tradicionais de cultivo, no mínimo 1 dose/ha de inoculante à base de *Bradyrhizobium* via sementes ou 2,5 a 3 doses/ha via sulco de semeadura. Para *Azospirillum*, em coinoculação, somente 1 dose/ha via sementes, ou 2 doses/ha via sulco de semeadura, ou o que constar no rótulo do produto conforme registro no Mapa para a cultura da soja.

(v) não usar inoculante turfoso diretamente na caixa da semeadora. O correto é preparar uma solução açucarada a 10% e usar 200 a 300 mL/50 kg de sementes para umedecer e dar aderência; na sequência, adicionar o inoculante turfoso, misturar bem e deixar as sementes secarem à sombra, antes de abastecer a semeadora.

(vi) se forem empregados inoculantes “longa vida” em inoculação antecipada à semeadura (pré-inoculação), a pesquisa recomenda que devem ser recuperadas de 80 mil a 100 mil células viáveis de *Bradyrhizobium* por semente no momento da semeadura. Nesse caso, as sementes pré-inoculadas precisam ser armazenadas sob temperaturas amenas, preferencialmente abaixo de 20 °C, até o momento da semeadura.

(vii) quando usar químicos no tratamento de sementes, aplicar o inoculante na última operação antes da semeadura e jamais misturar o inoculante diretamente com os químicos durante a aplicação.

(viii) em área de primeiro ano de cultivo, ou há muito tempo sem cultivo de soja, o cuidado com a compatibilidade com químicos no tratamento de sementes deve ser redobrado e a dose do inoculante com *Bradyrhizobium* deve ser aumentada.

(ix) Para evitar a incompatibilidade com químicos utilizados no tratamento de sementes, pode-se realizar a inoculação no sulco de semeadura, mas deve-se deixar o tanque para uso exclusivo com o(s) inoculante(s). Nesse caso, aumentar a dose conforme especificado em (iv).

(x) inoculação “foliar” só deve ser feita em caso de emergência, quando não houver boa nodulação inicial e, ainda assim, quando houver condições de umidade e temperaturas amenas para aplicação. A inoculação “foliar” não substitui a inoculação via sementes ou via sulco de semeadura e exige, pelo menos, 6 doses/ha de *Bradyrhizobium*, a aplicação deverá ser realizada no final do dia para evitar os raios solares, solo úmido e preferencialmente, com previsão de chuva.

(xi) aplicar o CoMo, de preferência via foliar, em V3-V5, caso a inoculação seja via sementes e atentar para a dose mínima a ser aplicada que deve ser de 2-3 g/ha de Co e 12-25 g/ha de Mo.

(xii) não semear “no pó”, pois isso equivale a armazenar as sementes inoculadas em um ambiente quente e seco, que é desfavorável à sobrevivência das bactérias, principalmente quando as sementes já tiverem sido tratadas com químicos, além de diminuir o vigor das sementes.

(xiii) a concentração de células, pureza e a garantia de que as bactérias eficientes estão presentes no inoculante é fundamental para o sucesso da inoculação. Essas condições dificilmente são alcançadas em produções caseiras de inoculantes. Além disso, em produções caseiras, há grande risco de multiplicação de microrganismos patogênicos. Análises realizadas pela pesquisa têm verificado que inoculantes “on-farm” não apresentam qualidades mínimas para uso, além de apresentar risco

sanitário. Esses produtos não são submetidos, como os inoculantes comerciais, a um controle de qualidade pelo Mapa, que identifica e impede a comercialização de inoculantes contendo contaminantes ou com concentração de células do microrganismo de interesse abaixo do mínimo estabelecido pela pesquisa como necessário para seu bom funcionamento. O inoculante é um insumo de baixo custo e alto retorno econômico, portanto, não vale a pena arriscar com produtos sem a garantia da qualidade mínima necessária.

Resultado das URs

Nas 63 URs foram realizadas avaliações da nodulação em torno de 20 a 25 dias após a emergência (DAE) e em 61 URs a produtividade foi avaliada separadamente na colheita para as parcelas coinoculadas e não inoculadas (Tabela 2). Apenas em Cruzmaltina e Assaí não foi possível colher as parcelas separadamente. Apesar de não seguirem um delineamento estatístico, os resultados foram consistentes, apresentando, na grande maioria, incrementos de nodulação e de produtividade com a coinoculação.

A nodulação média contada na raiz principal foi de 17,8 nódulos/planta nas parcelas coinoculadas e de 13,1 nódulos/planta nas não inoculadas, um aumento médio de 36% no número de nódulos, semelhante ao resultado obtido na safra 2018/2019, que foi de 34% de aumento devido à coinoculação (Prando et al., 2019). Na safra 2017/2018, em 37 URs implantadas em 31 municípios paranaenses, Nogueira et al. (2018) constataram aumento médio de 33% no número de nódulos/planta com a coinoculação.

O número de nódulos por local foi expresso em porcentagem em relação ao controle e as respostas organizadas em ordem crescente, indicando variação entre -31 a 160% (Figura 5). A coinoculação aumentou o número de nódulos/planta em 92% das URs, o que indica o favorecimento no estabelecimento da simbiose pelo uso da tecnologia, mesmo em áreas já cultivadas com soja há vários anos, como foi o caso das propriedades onde as URs foram instaladas.

Tabela 2. Produtividade e nodulação (número médio de nódulos) de soja avaliadas nas URs, de acordo com os tratamentos de co inoculação com *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* (Brady + Azo) e sem inoculação, em áreas de produtores de soja assistidos pelo IDR-Paraná, na safra 2019/2020, em 63 URs no Estado do Paraná.

Município	Produtividade (kg/ha)		Nodulação (nº nódulos/planta)	
	Brady + Azo	Sem inoculação	Brady + Azo	Sem inoculação
Alvorada do Sul	4017	3945	5,6	5,6
Andirá	3409	2487	9,3	8,4
Ângulo_1	4150	4067	9,5	11,0
Ângulo_2	3433	3223	10,0	9,1
Arapoti	3870	3553	46,9	45,5
Araucária	4662	4527	41,0	25,0
Assaí	-	-	14,6	7,8
Atalaia	3180	3120	11,6	8,1
Bela Vista da Caroba	3595	3222	12,6	6,0
Bela Vista do Paraíso	3877	3792	9,8	14,2
Bituruna	4199	3675	54,0	47,1
Boa Vista da Aparecida	4242	3994	14,3	7,4
Campina da Lagoa	4074	4040	11,0	6,0
Campo Mourão	4380	3780	49,0	21,0
Chopininho	5581	5190	10,2	5,2
Clevelândia	3658	3680	10,0	7,0
Coronel Vivida	4710	4710	37,0	29,0
Cruzmaltina	-	-	9,1	7,2
Doutor Camargo_1	3990	3917	12,2	11,9
Doutor Camargo_2	3715	3640	11,6	11,0
Doutor Camargo_3	3495	3420	12,3	11,4
Doutor Camargo_4	4150	4050	12,7	11,9
Engenheiro Beltrão	3392	3177	11,0	6,4
Farol	3402	2853	18,9	12,7
Faxinal	3074	3029	78,0	70,0
Francisco Beltrão	4925	4362	10,8	9,2
Ibiporã_1	4093	3658	13,7	11,7

continua...

Tabela 2. Continuação

Ibiporã_2	3474	3335	8,7	6,9
Itambé	4550	4233	3,9	1,5
Itapejara D'Oeste	4934	4364	9,1	8,1
Jaguapitã	4488	4210	12,8	9,1
Jataizinho	3620	3510	9,9	4,8
Lapa_1	4586	3990	19,5	15,7
Lapa_2	3966	3818	20,8	13,6
Lobato	3240	2630	11,0	9,8
Londrina	5680	5383	11,3	5,2
Mamborê	4583	4597	6,0	5,8
Marialva	3318	2981	10,1	5,1
Mariópolis	3559	3191	13,0	9,0
Marmeleiro	4080	3750	34,8	17,7
Munhoz de Mello	3396	3507	9,1	5,6
Nova Prata do Iguaçu	4696	4184	14,2	12,1
Pato Branco_1	4895	4684	7,0	7,3
Pato Branco_2	3684	3528	9,9	6,0
Paula Freitas	3937	3897	31,2	25,9
Paulo Frontin	3630	3330	23,5	16,3
Peabiru	3725	3241	41,7	33,7
Primeiro de Maio	4286	4011	40,0	30,0
Quatro Pontes	3120	3060	5,8	3,2
Quinta do Sol	4080	4080	9,6	7,0
Realeza	5470	5592	46,2	25,4
Renascença_1	4752	4590	12,1	7,8
Renascença_2	4950	4752	14,4	11,2
Sabáudia	3540	3300	7,9	6,2
Salto do Lontra	4855	4586	17,0	10,6
Santa Izabel do Oeste	4422	3900	30,7	27,0
Sto Antonio do Paraíso	4737	4510	8,5	5,9
Serranópolis do Iguaçu	6031	5254	32,0	18,0
Sertaneja	4654	4140	9,3	4,0
Sertanópolis	3051	2588	10,0	7,0
Terra Roxa	3941	3857	2,9	3,0

continua...

Tabela 2. Continuação

Vitorino_1	4722	4374	7,6	5,9
Vitorino_2	4111	3731	10,9	8,4
Média	4132	3866	17,8	13,1

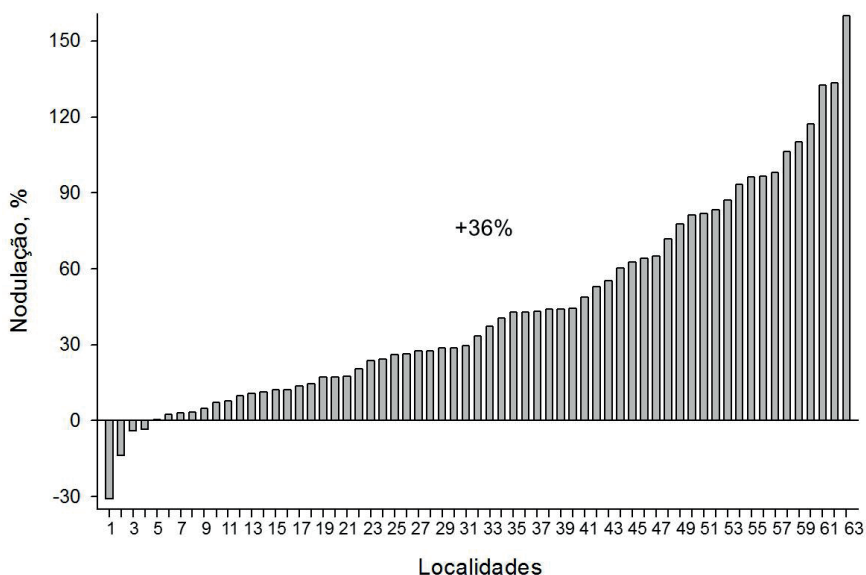


Figura 5. Nodulação da soja (%) em resposta à coinoculação com *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* em relação à testemunha não inoculada. Resultado das 63 URs assistidas pelo IDR-Paraná na safra 2019/2020. Localidades: (1) Bela Vista do Paraíso, (2) Ângulo_1, (3) Pato Branco_1, (4) Terra Roxa, (5) Alvorada do Sul, (6) Doutor Camargo_1, (7) Arapoti, (8) Mamborê, (9) Doutor Camargo_2, (10) Doutor Camargo_4, (11) Doutor Camargo_3, (12) Ângulo_2, (13) Andirá, (14) Faxinal, (15) Lobato, (16) Itapejara D'Oeste, (17) Santa Izabel do Oeste, (18) Bituruna, (19) Ibiporã_1, (20) Nova Prata do Iguaçu, (21) Francisco Beltrão, (22) Paula Freitas, (23) Peabiru, (24) Lapa_1, (25) Ibiporã_2, (26) Cruzmaltina, (27) Sabáudia, (28) Coronel Vivida, (29) Renascença_2, (30) Vitorino_1, (31) Vitorino_2, (32) Primeiro de Maio, (33) Quinta do Sol, (34) Jaguapitã, (35) Clevelândia, (36) Sertãoópolis, (37) Atalaia, (38) Santo Antonio do Paraíso, (39) Paulo Frontin, (40) Mariópolis, (41) Farol, (42) Lapa_2, (43) Renascença_1, (44) Salto do Lontra, (45) Munhoz de Mello, (46) Araucária, (47) Pato Branco_2, (48) Engenheiro Beltrão, (49) Serranópolis do Iguaçu, (50) Quatro Pontes, (51) Realeza, (52) Campina da Lagoa, (53) Assaí, (54) Boa Vista da Aparecida, (55) Chopinzinho, (56) Marmeleiro, (57) Marialva, (58) Jataizinho, (59) Bela Vista da Caroba, (60) Londrina, (61) Sertaneja, (62) Campo Mourão e (63) Itambé.

A massa de nódulos não foi avaliada nesta safra devido a dificuldades logísticas para realizar a pesagem em balança de precisão em todos os locais avaliados. Contudo, ressalta-se que a coinoculação também aumenta a massa de nódulos, conforme observado na safra 2018/2019, em que houve quase 50% de aumento nas URs coinoculadas (Prando et al., 2019) e de 77% aos 30 DAE em condições experimentais (Chibeba et al., 2015).

A produtividade média de grãos com a coinoculação foi de 4.132 kg/ha, enquanto que nos controles não inoculados foram obtidos 3.866 kg/ha (Tabela 2). A produtividade média das áreas com coinoculação foi superior às médias nacional e paranaense na safra 2019/2020, que foram de 3.379 e 3.925 kg/ha, respectivamente (Conab, 2020). As áreas não inoculadas apresentaram produtividade média superior à média nacional, mas inferior à produtividade média paranaense. Já as áreas com coinoculação superaram a média estadual em 207 kg/ha. Apesar de relatos de ocorrência de restrição hídrica nas mais variadas fases de desenvolvimento da cultura, a produtividade paranaense foi a maior do país, o que também se refletiu nas URs.

Em termos percentuais, com a inoculação, o ganho na produtividade de grãos nos 61 locais variou entre -3,2 a 37%, com média de 6,9% e foi superior a 5% em 56% das áreas (34 locais), chegando a 37% de ganho em Andirá (Figura 6). Houve, ainda, quatro casos em que a coinoculação resultou em diminuição da produtividade, como em Mamborê (-0,3%), Clevelândia (-0,6%), Realeza (-2,2%) e Munhoz de Melo (-3,2%). Essas respostas precisam ser cuidadosamente estudadas para se identificar quais as possíveis causas da redução da produtividade, mas pequenas variações como essas são provavelmente casuais. Na safra 2018/2019 a variação havia sido de -9,9 a 83% em 56 locais, com média de 8,3% (Prando et al., 2019), enquanto que 2017/2018, a variação foi de -2,6% a 22,1% de resposta à coinoculação em 33 locais, com média de 8,4% (Nogueira et al., 2018). Cabe ressaltar que as restrições hídricas na safra 2018/2019 podem ter influenciado na maior amplitude dos resultados em relação à atual safra e à safra 2017/2018.

Assim como na safra 2018/2019, nesta safra também foi registrada a aplicação foliar de Co + Mo (18 casos) (Figura 6). Algumas áreas podem ter recebido esses micronutrientes via tratamento de sementes, mas essa informação não foi levantada no estudo. Esses dois micronutrientes são fundamentais para o processo de fixação biológica de nitrogênio e podem influenciar positivamente na resposta à coinoculação.

Tomando-se por base as médias da Tabela 2, a coinoculação aumentou em média de 266 kg/ha, ou seja, 4,4 sacas/ha, resultado semelhante ao obtido na safra anterior que foi de 4,3 sacas/ha (Prando et al., 2019). A fim de se obter a receita em reais por hectare, foi considerado o valor médio de R\$ 82,78 por saca de 60 kg praticado no Paraná em março de 2020, de acordo com dados do Deral (2020), bem como o custo da dose do inoculante à base de *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* a R\$ 16,00/ha. Assim, o lucro líquido da coinoculação nessa safra foi equivalente a R\$ 348,23/ha, enquanto que na safra 2018/2019 foi de R\$ 296,00/ha.

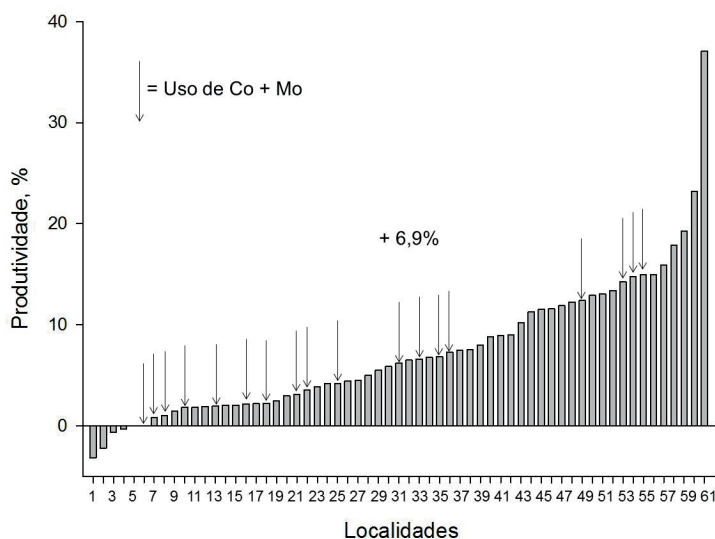


Figura 6. Produtividade da soja (%) em resposta à coinoculação com *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* em relação à testemunha não inoculada e utilização de CoMo foliar. Resultado das 61 URs assistidas pelo IDR-Paraná na safra 2019/2020. Localidades: (1) Munhoz de Mello, (2) Realeza, (3) Clevelândia, (4) Mamborê, (5) Coronel Vivida, (6) Quinta do Sol, (7) Campina da Lagoa, (8) Paula Freitas, (9) Faxinal, (10) Alvorada do Sul, (11) Doutor Camargo_1, (12) Atalaia, (13) Quatro Pontes, (14) Ângulo, (15) Doutor Camargo_2, (16) Terra Roxa, (17) Doutor Camargo_3, (18) Bela Vista do Paraíso, (19) Doutor Camargo_4, (20) Araucária, (21) Jataizinho, (22) Renascença_1, (23) Lapa_2, (24) Ibioporã_2, (25) Renascença_2, (26) Pato Branco_2, (27) Pato Branco_1, (28) Santo Antonio do Paraíso, (29) Londrina, (30) Salto do Lontra, (31) Boa Vista da Aparecida, (32) Ângulo_2, (33) Jaguapitã, (34) Engenheiro Beltrão, (35) Primeiro de Maio, (36) Sabáudia, (37) Itambé, (38) Chopinzinho, (39) Vitorino_1, (40) Marmeleiro, (41) Arapoti, (42) Paulo Frontin, (43) Vitorino_2, (44) Marialva, (45) Mariópolis, (46) Bela Vista da Caroba, (47) Ibioporã_1, (48) Nova Prata do Iguaçu, (49) Sertaneja, (50) Francisco Beltrão, (51) Itapejara D'Oeste, (52) Santa Izabel do Oeste, (53) Bituruna, (54) Serranópolis do Iguaçu, (55) Peabiru, (56) Lapa_1, (57) Campo Mourão, (58) Sertanópolis, (59) Farol, (60) Lobato e (61) Andirá.

Em adição ao que tem sido demonstrado pela pesquisa em áreas experimentais (Hungria et al., 2013; 2015; Hungria; Nogueira, 2019), os resultados aqui apresentados enfatizam a viabilidade da coinoculação da cultura da soja, de modo a contribuir para aumentar a renda do produtor e a sustentabilidade do sistema de produção. Os resultados experimentais indicam que o potencial médio de resposta positiva à coinoculação é da ordem de 16% da produtividade (Hungria et al., 2013), enquanto que as respostas médias observadas nos três anos de avaliação têm oscilado ao redor de 8% (Tabela 3), embora em vários locais tenham sido observadas respostas superiores a 20%. Essa constatação indica que há possibilidade de aumentar as respostas à coinoculação em condições de propriedade. Para que esses benefícios sejam atingidos, deve-se sempre levar em conta o emprego das boas práticas de inoculação, para que a sobrevivência das bactérias coinoculadas e a qualidade dos inoculantes sejam asseguradas para promover os benefícios esperados.

Tabela 3. Resumo dos resultados das Unidades de referência (URs) de coinoculação de soja com *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* em áreas de produtores assistidos pelo IDR-Paraná, nas safras 2017/2018, 2018/2019 e 2019/2020.

Variáveis	Safras			Média
	2017/2018	2018/2019	2019/2020	
N° URs	37	61	63	161*
Coinoculação (sc ha ⁻¹)	72,0	56,0	68,9	65,6
Sem Inoculação (sc ha ⁻¹)	66,4	51,7	64,4	60,8
%	8,4	8,3	6,9	7,9
Diferença				
sc ha ⁻¹	5,6	4,3	4,4	4,8

* Soma das URs nas três safras

Agradecimentos

Aos extensionistas: Alberto Nerci Muller, Alini Taichi da Silva Machado, Antonio Carlos Rebeschini, Antonio Eduardo Egydio, Bernardo Faccin, Bruno Ribeiro Ananias, Caio Quadros Netto, Carlos Rodrigo Nunes de Oliveira, Danilo Augusto Scharr, Diego Scapim Pissinati, Ederson Longaretti Soares, Edimilson Moreira, Edson de Oliveira, Eduardo Campos Barbosa, Emerson Crivelaro Gomes, Ericson Fagundes Marx, Everaldo Andrade De Ávila, Fabianderson Jose Baio de Souza, Fernando Ferreira da Silva, Fernando

Luis Martins Costa, Geraldo Ermelindo Maronezi, Gerson Schiochet, Gervásio Vieira, Gustavo Migliorini de Oliveira, Ilvo Antoniazzi, Irani Castro da Silva Soares, Ivan Domingos Freitas, Ivanderson Borelli, Jayme Rogério Taube, João de Ribeiro Reis Junior, João Dozorec, Joao Sergio Canterle, Joelson dos Santos, José Alberto de Mendonça, José Aparecido Baptista, Juvaldir Olimpio, Karina Aline Alves, Katerine Elizabeth Brero, Lais Gomes Adamuchio, Lari Maroli, Leandro José Sperotto, Luiz Carlos de Castro, Luiz Marcelo Franzin, Luiz Pasquali, Maghnom Henrique Melo, Marcelo Ferreira Hupalo, Marcelo Vicensi, Marco Antonio da Silva Reis, Marcos Anonio Paloschi, Marcos Henrique Pereira de Camargo, Marcos Ludorf, Mauro Jair Alves, Max Sander Souto, Nadir de Paula do Carmo, Noel Justo de Oliveira, Paulo Roberto Mrtvi, Nadir de Paula do Carmo, Nelson Kunzler, Odimar de Mello, Onobio Vicente Werner, Pablo Luis Sanchez Rodriguez, Pascoal Aparecido Palhares, Paulo Cesa, Paulo Eduardo Sipoli Pereira, Pedro Cecere Filho, Reinaldo Neris dos Santos, Renan Ribeiro Barzan, Ricielly Eloyze Rosseto, Roberval Zago, Robson Ferreira Brandão, Ronaldo Cesar Woyniak, Rubens Antonio Sieburger Costa, Sandro Cesar Albrecht, Silvio Cesar dos Santos Ferrari, Sinaney Delvan de Alencar Bozelli, Vilmar Natalino Grando.

Aos produtores que disponibilizaram suas áreas para a implantação das URs.

À analista do Laboratório de Biotecnologia do Solo da Embrapa Soja, Eduara Ferreira, pelo controle de qualidade e fracionamento das doses dos inoculantes empregados nas URs.

Grupo de pesquisa apoiado pelo INCT - Microrganismos Promotores do Crescimento de Plantas Visando à Sustentabilidade Agrícola e à Responsabilidade ambiental – MPCPAgro - (CNPq 465133/2014-4, Fundação Araucária-STI 043/2019, CAPES).

Referências

CHIBEBA, A. M.; GUIMARÃES, M. F.; BRITO, O. R.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S.; HUNGRIA, M. Co-inoculation of soybean with *Bradyrhizobium* and *Azospirillum* promotes early nodulation. **American Journal of Plant Sciences**, v. 6, p. 1641-1649, 2015.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**: safra 2019/20: décimo segundo levantamento, v. 7, n. 12., 68 p., set. 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 11 nov. 2020.

DERAL - Departamento de Economia Rural. **Custo de produção**. 2020. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/deral/precos>. Acesso em: 10 nov. 2020.

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense***: inovação em rendimento a baixo custo. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 36 p. (Embrapa Soja. Documentos, 325).

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja**: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 80 p. (Embrapa Soja. Documentos, 283).

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A. Tecnologias de inoculação da cultura da soja: mitos, verdades e desafios. In: KAPPES, C. (Ed.). **Boletim de Pesquisa 2019/2020**. Rondonópolis: Fundação MT, 2019. p. 50-62. (Fundação MT. Boletim, 19).

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. Co-inoculation of soybeans and common beans with rhizobia and *Azospirillum*: strategies to improve sustainability. **Biology and Fertility of Soils**, v. 49, p. 791-801, 2013.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. Soybean seed co-inoculation with *Bradyrhizobium* spp. and *Azospirillum brasilense*: a new biotechnological tool to improve yield and sustainability. **American Journal of Plant Sciences**, v. 6, p. 811-817, 2015.

NOGUEIRA, M. A.; PRANDO, A. M.; OLIVEIRA, A. B.; LIMA, D.; CONTE, O.; HARGER, N.; OLIVEIRA, F. T.; HUNGRIA, M. **Ações de transferência de tecnologia em inoculação/coinoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* na cultura da soja na safra 2017/18 no estado do Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2018. 16 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 143).

PRANDO, A. M.; OLIVEIRA, A. B. de; HUNGRIA, M.; OLIVEIRA, F. T. de; HARGER, N. Transferência de tecnologia sobre inoculação em soja em parceria entre Embrapa e Emater. In: REUNIÃO LATINOAMERICANA DE RIZOBIOLOGIA - RELAR, 27., 2016, Londrina. **Fortalecendo as parcerias Sul-Sul**: anais. Curitiba: SBRS-NEPAR, 2016. p. 308.

PRANDO, A. M.; OLIVEIRA, A. B. de; LIMA, D. de; POSSAMAI, E. J.; REIS, E. A.; NOGUEIRA, M. A.; HUNGRIA, M.; HARGER, N.; CONTE, O. **Coinoculação da soja com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* na safra 2018/2019 no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2019, 19 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 156).

PRANDO, A. M.; OLIVEIRA, A. B.; LIMA, D.; CONTE, O.; HARGER, N.; TEIXEIRA, F. T.; NOGUEIRA, M. A.; HUNGRIA, M. Ações de transferência de tecnologia sobre inoculação em soja, em parceria entre EMATER Paraná e Embrapa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 8., 2018, Goiânia. **Inovação, tecnologias digitais e sustentabilidade da soja**: anais. Brasília, DF: Embrapa, 2018. p. 77-79.

RONDINA, A. B. L.; SANZOVO, A. W. S.; GUIMARÃES, G. S.; WENDLING, J. R.; NOGUEIRA, M. A.; HUNGRIA, M. Changes in root morphological traits in soybean co-inoculated with *Bradyrhizobium* spp. and *Azospirillum brasilense* or treated with *A. brasilense* exudates. **Biology and Fertility of Soils**, v. 56, p. 537-549, 2020.

SEIXAS, C. D. S.; NEUMAIER, N.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; LEITE, R. M. V. B. de C. (Ed.). **Tecnologias de produção de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. 347 p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 17).

Exemplares desta edição
podem ser adquiridos na:

Embrapa Soja

Rod. Carlos João Strass, s/n,
acesso Orlando Amaral
C. P. 231, CEP 86001-970
Distrito de Warta
Londrina, PR
www.embrapa.br/soja
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição

PDF digitalizado (2020)



**Comitê Local de Publicações
da Embrapa Soja**

Presidente

Alvadi Antonio Balbinot Junior

Secretária-Executiva

Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite

Membros

*Clara Beatriz Hoffmann-Campo, Claudine Dinali
Santos Seixas, Ivani de Oliveira Negrão Lopes,
Liliane Márcia Mertz-Henning, Mariangela Hungria
da Cunha, Mônica Juliani Zavaglia Pereira,
Norman Neumaier e Vera de Toledo Benassi.*

Supervisão editorial

Vanessa Fuzinato Dall' Agnol

Normalização bibliográfica

Valéria de Fátima Cardoso

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Marisa Yuri Horikawa

Foto da capa

André Mateus Prando

Parceria



Apoio

